

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-065303

(43)Date of publication of application : 10.03.1995

(51)Int.Cl. G11B 5/02
G11B 5/09

(21)Application number : 05-210609

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 25.08.1993

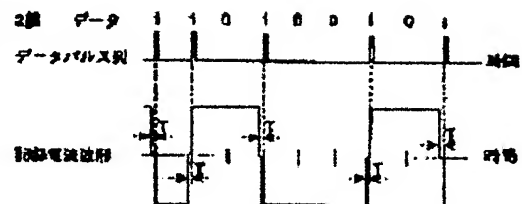
(72)Inventor : TAKAYAMA TAKANOBU
YOSHIDA KAZUYOSHI
SUZUKI MIKIO
KATO YASUHIRO
KITAGAKI NAOKI
YANO AKIRA
OGAWA YOICHI
KITAGAMI OSAMU

(54) MAGNETIC RECORDING METHOD AND MAGNETIC RECORDER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a magnetic recording method and magnetic recorder capable of improving a reproduced output/medium noise ratio.

CONSTITUTION: A magnetic recording medium having an axis of easy magnetization in the vertical direction or diagonal direction and a ring head having a gap length g_1 are relatively moved at a speed v and recording currents of polarities inverting at every generation of a '1' of binary data are supplied to this ring head to magnetically record the binary data on the magnetic recording medium. The polarities of the recording currents are inverted with the neutral level time T for decreasing the recording currents without inverting the polarities in-between in this magnetic recording method. As a result, the reproduced output/medium noise ratio of even the conventional magnetic recording medium and magnetic head is improved. This method is particularly useful for high-density recording.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.04.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3235003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-65303

(43) 公開日 平成7年(1995)3月10日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/02
5/09

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 7426-5D

3 1 1 A 8322-5D

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-210609

(22) 出願日 平成5年(1993)8月25日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72) 発明者 高山 孝信

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 吉田 和悦

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 有近 紳志郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録方法および磁気記録装置

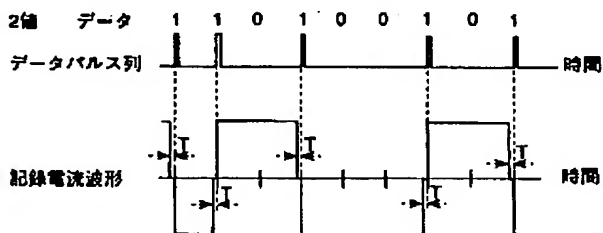
(57) 【要約】

【目的】 再生出力／媒体ノイズ比を向上できる磁気記録方法および磁気記録再生装置を提供する。

【構成】 垂直方向または斜め方向に磁化容易軸をもつ磁気記録媒体と、ギャップ長 g のリングヘッドとを速度 v で相対移動させ、2値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流を前記リングヘッドに供給し、2値データを前記磁気記録媒体に磁氣的に記録する磁気記録方法において、極性を反転せずに記録電流を減少させる中立レベル時間 T を挟んで記録電流の極性を反転する。

【効果】 従来のままの磁気記録媒体および磁気ヘッドでも、再生出力／媒体ノイズ比を向上できる。特に高密度記録に有用である。

(図4)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 垂直方向または斜め方向に磁化容易軸をもつ磁気記録媒体と、リングヘッドとを相対移動させ、2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流を前記リングヘッドに供給し、2 値データを前記磁気記録媒体に磁氣的に記録する磁気記録方法において、極性を反転せずに記録電流を減少させる中立レベル時間 T を挟んで記録電流の極性を反転することを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 2】 垂直方向または斜め方向に磁化容易軸をもつ磁気記録媒体と、ギャップ長 g のリングヘッドとを速度 v で相対移動させ、2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流を前記リングヘッドに供給し、2 値データを前記磁気記録媒体に磁氣的に記録する磁気記録方法において、

ギャップ通過時間 $\tau = g/v$ とするとき、

$$0 < T \leq 8\tau$$

なる中立レベル時間 T をおいて記録電流を減少させてから極性を反転することを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の磁気記録方法において、2 値データの“1”が発生してから再び発生するまでの時間間隔 t が 5τ より長いときは、

$$2\tau \leq T \leq 5\tau$$

とすることを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 に記載の磁気記録方法において、2 値データの“1”が発生してから再び発生するまでの時間間隔 t が 5τ より短いときは、

$$0 < T \leq t$$

とすることを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 5】 請求項 2 または請求項 4 に記載の磁気記録方法において、前記中立レベル時間 T を、

$$T \approx \tau/2$$

とすることを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 5 に記載の磁気記録方法において、前記中立レベル時間 T の間の記録電流の実効値を、前記中立レベル時間 T の間以外の記録電流の実効値に比べて十分小さくすることを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 7】 請求項 1 から請求項 6 に記載の磁気記録方法において、前記中立レベル時間 T の間の記録電流の実効値を、前記中立レベル時間 T の間以外の記録電流の実効値の $1/\sqrt{\{3\}}$ 以下にすることを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 7 に記載の磁気記録方法において、前記中立レベル時間 T の間の記録電流の実効値を、前記中立レベル時間 T の間以外の記録電流の実効値の $1/\sqrt{\{2\}}$ 以下にすることを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 9】 請求項 1 から請求項 8 のうちいずれかに記載の磁気記録方法において、記録層の磁化容易軸が記

録層面に垂直な方向に対し 70° 以下の角度で傾斜した磁気記録媒体を用いることを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 10】 請求項 1 から請求項 9 のうちいずれかに記載の磁気記録方法において、斜め蒸着法により記録層を作成された磁気記録媒体を用いることを特徴とする磁気記録方法。

【請求項 11】 垂直方向または斜め方向に磁化容易軸をもつ磁気記録媒体と、リングヘッドとを相対移動させ、2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流を前記リングヘッドに供給し、2 値データを前記磁気記録媒体に磁氣的に記録する磁気記録装置において、極性を反転せずに記録電流を減少させる中立レベル時間 T を挟んで記録電流の極性を反転する中立レベル時間制御手段を具備したことを特徴とする磁気記録装置。

【請求項 12】 垂直方向または斜め方向に磁化容易軸をもつ磁気記録媒体と、ギャップ長 g のリングヘッドとを速度 v で相対移動させ、2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流を前記リングヘッドに供給し、2 値データを前記磁気記録媒体に磁氣的に記録する磁気記録装置において、

ギャップ通過時間 $\tau = g/v$ とするとき、

$$0 < T \leq 8\tau$$

なる中立レベル時間 T をおいて記録電流を減少させてから極性を反転する中立レベル時間制御手段を具備したことを特徴とする磁気記録装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の磁気記録装置において、前記中立レベル時間制御手段は、2 値データの“1”が発生してから再び発生するまでの時間間隔 t を計測し、その時間間隔 t が 5τ より長いときは、

$$2\tau \leq T \leq 5\tau$$

とすることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項 14】 請求項 12 または請求項 13 に記載の磁気記録装置において、前記中立レベル時間制御手段は、2 値データの“1”が発生してから再び発生するまでの時間間隔 t を計測し、その時間間隔 t が 5τ より短いときは、

$$0 < T \leq t$$

とすることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項 15】 請求項 12 または請求項 14 に記載の磁気記録装置において、前記中立レベル時間制御手段は、

$$T \approx \tau/2$$

とすることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項 16】 請求項 11 から請求項 15 のうちのいずれかに記載の磁気記録装置において、前記中立レベル時間制御手段は、前記中立レベル時間 T の間の記録電流の実効値を、前記中立レベル時間 T の間以外の記録電流の実効値に比べて十分小さくすることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項 17】 請求項 11 から請求項 15 のうちのいずれかに記載の磁気記録装置において、前記中立レベル時間制御手段は、前記中立レベル時間 T の間の記録電流の実効値を、前記中立レベル時間 T の間以外の記録電流の実効値の $1/\sqrt{3}$ 以下にすることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項 18】 請求項 11 から請求項 15 のうちのいずれかに記載の磁気記録装置において、前記中立レベル時間制御手段は、前記中立レベル時間 T の間の記録電流の実効値を、前記中立レベル時間 T の間以外の記録電流の実効値の $1/\sqrt{2}$ 以下にすることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項 19】 請求項 11 から請求項 18 のうちのいずれかに記載の磁気記録装置において、請求項 9 または請求項 10 に記載の磁気記録媒体を具備したことを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気記録方法および磁気記録装置に関し、さらに詳しくは、再生出力／媒体ノイズ比を改善することが出来る磁気記録方法および磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気記録分野における高密度化の要求は著しく増している。この高密度化のために、記録層面に垂直な方向に磁化容易軸をもつ垂直磁気記録媒体を用いる垂直記録や、記録層面に対して斜めの方向に磁化容易軸をもつ斜め磁気記録媒体を用いる斜め記録が実用化されている。

【0003】一方、2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流をリングヘッドに供給し、2 値データを磁気記録媒体に記録する各種の方式（例えば、NRZI 方式）が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の磁気記録方法では、再生出力／媒体ノイズ比が十分でない問題点があった。そこで、本発明の目的は、再生出力／媒体ノイズ比を向上することが出来る磁気記録方法および磁気記録装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気記録方法は、垂直方向または斜め方向に磁化容易軸をもつ磁気記録媒体と、リングヘッドとを相対移動させ、2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流を前記リングヘッドに供給し、2 値データを前記磁気記録媒体に磁氣的に記録する磁気記録方法において、極性を反転せずに記録電流を減少させる中立レベル時間 T を挟んで記録電流の極性を反転することを構成上の特徴とするものである。

【0006】本発明の磁気記録装置は、垂直方向または

斜め方向に磁化容易軸をもつ磁気記録媒体と、リングヘッドとを相対移動させ、2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流を前記リングヘッドに供給し、2 値データを前記磁気記録媒体に磁氣的に記録する磁気記録装置において、極性を反転せずに記録電流を減少させる中立レベル時間 T を挟んで記録電流の極性を反転する中立レベル時間制御手段を具備したことを構成上の特徴とするものである。

【0007】

【作用】本発明の磁気記録方法および磁気記録装置では、2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する記録電流をリングヘッドに供給して、垂直方向または斜め方向に磁化容易軸をもつ磁気記録媒体に、2 値データを磁氣的に記録する場合に、極性を反転せずに記録電流を減少させる中立レベル時間 T を挟んで記録電流の極性を反転するようにした。これにより、再生出力／媒体ノイズ比を向上できることが、本発明の発明者らの研究の結果、判明した。

【0008】再生出力／媒体ノイズ比を向上できる理由は明確でないが、次のように推定している。図 1 は、リングヘッド 1 から発生している磁界分布の模式図である。リングヘッド 1 に直流電流を流すと、ギャップを挟んで磁極 R、T 間に半円弧状の磁界が形成される。磁気記録媒体に作用する磁界の極性と強さは、長手記録、垂直記録、斜め記録に対応してそれぞれ図 2 の（a），（b），（c）のようになる。すなわち、長手記録では、図 2 の（a）のように、磁極 R の近傍でも磁極 L の近傍でも、磁界の極性は同じになり、磁界の強さは理想的にはギャップ中心線に対称となる（実際には、製造上のバラツキ等のため非対称になる）。一方、垂直記録では、図 2 の（b）のように、磁極 R の近傍と磁極 L の近傍とで、磁界の極性が逆になり、磁界の強さは理想的にはギャップ中心線に対称となる（実際には、製造上のバラツキ等のため非対称になる）。斜め記録では、図 2 の（c）のように、磁極 R の近傍と磁極 L の近傍とで、磁界の極性が逆になり、磁界の強さはギャップ中心線に非対称になる。

【0009】図 3 は、公知の NRZI 方式の記録電流の波形図である。2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転する。図 4 は、上記 NRZI 方式に本発明を適用した場合の記録電流の波形図である。2 値データの“1”が発生するごとに極性が反転するが、中立レベル時間 T をおいて記録電流を減少させてから極性を反転する。なお、図 4 では、中立レベル時間 T における記録電流を電流値 0 としている。

【0010】図 5 は、2 値データの“1”が発生する直前の状態を表している。リングヘッドの磁極の下に、非対称の記録磁界が形成されている。この記録磁界は、図 2 の（c）を模式化したものである。磁気記録媒体は、斜め方向に磁化容易軸をもっており、リーディング側磁

極Rの下では正極に大きく磁化され、トレーリング側磁極Tの下では表面のみが負極に小さく磁化される。従って、全体として磁気記録媒体は正極に磁化されているが、トレーリング側磁極Tの下を通過すると磁化の強さが減少してしまう。

【0011】図6は、2値データの“1”が発生した直後の状態を表している。直ちに中立レベル時間Tに入り、記録電流を電流値0とする。このため、リングヘッドの磁極の下に記録磁界が形成されず、磁気記録媒体の磁化状態は、直前の状態を維持する。

【0012】図7は、中立レベル時間Tの終了直後の状態を表している。記録電流の極性が反転するので、リングヘッドの磁極の下に、図5と逆極性の非対称の記録磁界が形成されている。磁気記録媒体は、リーディング側磁極Rの下では負極に大きく磁化され、トレーリング側磁極Tの下では表面のみが正極に小さく磁化される。ところが、中立レベル時間Tのために、図5の状態では正極に磁化されていたものが減少させられずに残されたまま相対移動しているから、トレーリング側磁極Tの下は、磁化が強化される。また、その近傍は、磁化の強さが減少していない領域になる。

【0013】図8は、中立レベル時間Tの終了から少し後の状態を表している。2値データの“1”を記録した磁化の極性の反転部分には、磁化の強さが減少していない幅WT1の領域が形成され、また、磁化が強化された幅WT2の領域が形成されている。これらの領域の幅WT1、WT2が広いほど、再生出力／媒体ノイズ比が良くなると推定される。

【0014】図9は、2値データの“1”が発生した直後に、中立レベル時間Tを置かずに、直ちに記録電流の極性を反転した状態を表している（従来の磁気記録方法である）。記録電流の極性が反転するので、リングヘッドの磁極の下に、図5と逆極性の非対称の記録磁界が形成されている。磁気記録媒体は、リーディング側磁極Rの下では負極に大きく磁化され、トレーリング側磁極Tの下では表面のみが正極に小さく磁化される。ところが、トレーリング側磁極Tの下は、図5の状態では表面のみが負極に小さく磁化されていたから、元に戻ることで、磁化の強さが減少していない領域となる。

【0015】図10は、2値データの“1”の発生（＝記録電流の極性の反転）から少し後の状態を表している（従来の磁気記録方法である）。2値データの“1”を記録した磁化の極性の反転部分には、磁化の強さが減少していない幅Wo1の領域が形成されている。また、磁化が強化された幅Wo2の領域が形成されている（これは、図9におけるギャップ中心とトレーリング側磁極Tの間の部分に対応する）。これらの領域の幅Wo1、Wo2は、図8に比較すれば、狭くなっている。

【0016】従って、本発明にかかる図8の幅WT1、WT2が、従来技術にかかる図10の幅Wo1、Wo2より大き

くなることで、再生出力／媒体ノイズ比を向上できる理由と推定される。

【0017】

【実施例】以下、図に示す実施例により本発明を説明する。なお、これにより、本発明が限定されるものではない。図11は、本発明の一実施例の磁気記録装置を示す要部構成図である。この磁気記録装置1000において、磁気テープ100に摺接する回転シリンダ101は、8ミリVTR用リングヘッドを有している。前記リングヘッドには、信号処理回路102が接続されている。前記信号処理回路102は、中立レベル時間制御部103を有している。前記中立レベル時間制御部103は、2値データ信号に同期したスイッチング回路により構成されており、2値データの“1”が発生してから再び発生するまでの時間間隔 t を計測し、その時間間隔 t が 5τ より長いときは、

$$2\tau \leq T \leq 5\tau$$

とし、その時間間隔 t が 5τ より短いときは、

$$0 < T \leq t$$

とし、図4に示すような中立レベル時間Tにおいて極性を反転する記録電流を前記リングヘッドに供給し、磁気テープ100に2値データを記録する。そして、前記中立レベル時間Tの間の記録電流の実効値は、前記中立レベル時間Tの間以外の記録電流の実効値に比べて十分小さくする。

【0018】なお、前記中立レベル時間制御部103は、前記中立レベル時間 $T \approx \tau/2$ とするものであってもよい。また、前記中立レベル時間制御部103は、前記中立レベル時間Tの間の記録電流の実効値を、前記中立レベル時間Tの間以外の記録電流の実効値の $1/\sqrt{\{3\}}$

{3}以下にするものであってもよい。また、前記中立レベル時間制御部103は、前記中立レベル時間Tの間の記録電流の実効値を、前記中立レベル時間Tの間以外の記録電流の実効値の $1/\sqrt{\{2\}}$ 以下にするものであってもよい。

【0019】〔実施例1〕振幅約±10mA、パルス幅 $2\mu s$ の正負の矩形パルスを交互に繰り返す、両者の間に電流の実効値2mA以下の中立レベル時間Tをおいた記録電流を、前記8ミリVTR用リングヘッドに供給し、図12に示す蒸着装置90を用いて作製した磁気テープに記録した。前記中立レベル時間Tは、 $0.05\mu s$ 、 $0.1\mu s$ 、 $0.2\mu s$ 、 $0.3\mu s$ 、 $0.4\mu s$ 、 $0.6\mu s$ および $0.8\mu s$ とした。前記リングヘッドのギャップ長 g_1 は、 $0.2\mu m$ である。前記磁気テープは、コバルトと酸化コバルトを主成分とした蒸着テープである。磁化層の磁化容易軸は、テープ膜面垂直方向に対し 45° 傾斜させた。前記リングヘッドとテープの相対速度 v は、 $2.5m/s$ である。従って、ギャップ通過時間 $\tau = g_1/v = 0.08\mu s$ であり、中立レベル時間 $T = 0.625\tau \sim 10\tau$ である。また、比

較のため、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ とする以外は上記条件と同じ条件で記録した。

【0020】中立レベル時間 $T=0.05\ \mu\text{s}\sim0.8\ \mu\text{s}$ で記録した磁気テープおよび中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ で記録した磁気テープについて、再生出力が最大となる記録電流値での再生出力／媒体ノイズ比を測定した結果を、図13に示す。図13の横軸は、中立レベル時間である。縦軸は、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ で記録した場合を基準とした数値である。図13の縦軸は、結果は、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ で記録した場合を基準とした数値で再生出力／媒体ノイズ比を表している。なお、媒体ノイズは、0.3 MHzから10 MHzの帯域で測定した積算ノイズである。図13の結果より、 $0<T\leq 8\tau$ とすることで、再生出力／媒体ノイズ比を改善できることが判った。なお、中立レベル時間 T に上限がある理由は、中立レベル時間 T を長くすると、磁化されない領域が出現し、再生出力／媒体ノイズ比を低下させるためであると推定される。

【0021】また、図13の結果より、2値データの“1”が発生してから再び発生するまでの時間間隔 t が 5τ より長いときは、 $2\tau\leq T\leq 5\tau$ とすることで、再生出力／媒体ノイズ比の改善度を最も高くできることが判った。

【0022】なお、前記時間間隔 t が 5τ より短いときは、時間間隔 t より中立レベル時間 T が長くなることを避けるため、 $0<T\leq t$ とする必要がある。また、前記時間間隔 t は、一般に、 $\tau/2$ より長いので、 $T\approx\tau/2$ に固定しておけば、前記時間間隔 t に合せて中立レベル時間 T を変える制御の煩雑さを回避できる。

【0023】〔実施例2〕振幅 $I_o\approx 10\text{mA}$ 、パルス幅 $0.2\ \mu\text{s}$ の正負の矩形パルスを交互に繰り返して、 I_o から0まで電流を減少させる中立レベル時間 $T=0.05\ \mu\text{s}$ をおいた記録電流を、8ミリVTR用リングヘッドに供給し、図12に示す蒸着装置90を用いて作製した磁気テープに記録した。なお、図14に示す曲線 a, b, c, d のように電流減少パターンを変え、中立レベル時間における電流 I_T の実効値 $|I_T|$ を変えた。前記リングヘッドのギャップ長 g_1 は、 $0.2\ \mu\text{m}$ である。前記磁気テープは、コバルトと酸化コバルトを主成分とした蒸着テープである。磁化層の磁化容易軸は、テープ膜面垂直方向に対し 45° 傾斜させた。前記リングヘッドとテープの相対速度 v は、 2.5m/s である。従って、ギャップ通過時間 $\tau=g_1/v=0.08\ \mu\text{s}$ であり、中立レベル時間 $T=0.625\tau$ である。また、比較のため、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ とする以外は上記条件と同じ条件で記録した。

【0024】前記実効値 $|I_T|$ を変えて記録した各磁気テープについて、再生出力が最大となる記録電流値での再生出力／媒体ノイズ比を測定した結果を、図15に示す。図15の横軸は、矩形パルス部分の電流 I_o の実

効値 $|I_o|$ により前記実効値 $|I_T|$ を規格化した値 $|I_T|/|I_o|$ で表している。縦軸は、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ で記録した場合を基準とした数値で表している。なお、媒体ノイズは、0.3 MHzから10 MHzの帯域で測定した積算ノイズである。図15より、 $|I_T|/|I_o|$ が小さいほど、再生出力／媒体ノイズ比を改善できることが判った。また、 $|I_T|/|I_o|\leq 1/\sqrt{3}$ で、再生出力／媒体ノイズ比を最も高く改善できることが判った。さらに、 $|I_T|/|I_o|\leq 1/\sqrt{2}$ でも、再生出力／媒体ノイズ比を十分高く改善できることが判った。

【0025】〔実施例3〕振幅約 $\pm 10\text{mA}$ 、パルス幅 $0.2\ \mu\text{s}$ の正負の矩形パルスを交互に繰り返して、両者の間に電流値 2mA 以下の中立レベル時間 $T=0.05\ \mu\text{s}$ をおいた記録電流を、8ミリVTR用リングヘッドに供給し、市販のハイエイトVTRテープに記録した。前記リングヘッドのギャップ長 g_1 は、 $0.2\ \mu\text{m}$ である。前記ハイエイトVTRテープは、Co-Ni合金を主成分とした蒸着テープである。磁化層の磁化容易軸は、テープ膜面垂直方向に対し $60^\circ\sim 70^\circ$ 傾斜している。前記リングヘッドとテープの相対速度 v は、 2.5m/s である。従って、ギャップ通過時間 $\tau=g_1/v=0.08\ \mu\text{s}$ であり、中立レベル時間 $T=0.625\tau$ である。また、比較のため、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ とする以外は上記条件と同じ条件で記録した。

【0026】中立レベル時間 $T=0.05\ \mu\text{s}$ で記録した磁気テープと、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ で記録した磁気テープとについて、それぞれ再生出力が最大となる記録電流値での再生出力、媒体ノイズおよび再生出力／媒体ノイズ比を測定した結果を、図16に示す。結果は、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ で記録した場合を基準とした数値で表した。なお、媒体ノイズは、0.3 MHzから10 MHzの帯域で測定した積算ノイズである。図16の結果より、再生出力が0.6 dB増加し、媒体ノイズが0.6 dB減少し、再生出力／媒体ノイズ比を1.1 dB改善できた。

【0027】〔実施例4〕振幅約 $\pm 10\text{mA}$ 、パルス幅 $0.2\ \mu\text{s}$ の正負の矩形パルスを交互に繰り返して、両者の間に電流値 2mA 以下の中立レベル時間 $T=0.05\ \mu\text{s}$ をおいた記録電流を、8ミリVTR用リングヘッドに供給し、図12に示す蒸着装置90を用いて作製した磁気テープに記録した。前記リングヘッドのギャップ長 g_1 は、 $0.2\ \mu\text{m}$ である。前記磁気テープは、コバルトと酸化コバルトを主成分とした蒸着テープである。磁化層の磁化容易軸は、テープ膜面垂直方向に対し 45° 傾斜させた。前記リングヘッドとテープの相対速度 v は、 2.5m/s である。従って、ギャップ通過時間 $\tau=g_1/v=0.08\ \mu\text{s}$ であり、中立レベル時間 $T=0.625\tau$ である。また、比較のため、中立レベル時間 $T=0\ \mu\text{s}$ とする以外は上記条件と同じ条件で記録し

た。

【0028】中立レベル時間 $T=0.05\mu s$ で記録した磁気テープと、中立レベル時間 $T=0\mu s$ で記録した磁気テープとについて、それぞれ再生出力が最大となる記録電流値での再生出力、媒体ノイズおよび再生出力／媒体ノイズ比を測定した結果を、図17に示す。結果は、中立レベル時間 $T=0\mu s$ で記録した場合を基準とした数値で表した。なお、媒体ノイズは、0.3MHzから10MHzの帯域で測定した積算ノイズである。図17の結果より、再生出力が1.4dB増加し、媒体ノイズが0.7dB減少し、再生出力／媒体ノイズ比を1.9dB改善できた。

【0029】〔実施例5〕振幅約 $\pm 10mA$ 、パルス幅 $0.2\mu s$ の正負の矩形パルスを交互に繰り返し、両者の間に電流値2mA以下の中立レベル時間 $T=0.05\mu s$ をおいた記録電流を、8ミリVTR用リングヘッドに供給し、図12に示す蒸着装置90を用いて作製した磁気テープに記録した。前記リングヘッドのギャップ長 $g1$ は、 $0.2\mu m$ である。前記磁気テープは、コバルトと酸化コバルトを主成分とした蒸着テープである。磁化層の磁化容易軸は、テープ膜面垂直方向に対し 30° 傾斜させた。前記リングヘッドとテープの相対速度 v は、 $2.5m/s$ である。従って、ギャップ通過時間 $\tau=g1/v=0.08\mu s$ であり、中立レベル時間 $T=0.625\tau$ である。また、比較のため、中立レベル時間 $T=0\mu s$ とする以外は上記条件と同じ条件で記録した。

【0030】中立レベル時間 $T=0.05\mu s$ で記録した磁気テープと、中立レベル時間 $T=0\mu s$ で記録した磁気テープとについて、それぞれ再生出力が最大となる記録電流値での再生出力、媒体ノイズおよび再生出力／媒体ノイズ比を測定した結果を、図18に示す。結果は、中立レベル時間 $T=0\mu s$ で記録した場合を基準とした数値で表した。なお、媒体ノイズは、0.3MHzから10MHzの帯域で測定した積算ノイズである。図18の結果より、再生出力が1.7dB増加し、媒体ノイズが1.2dB減少し、再生出力／媒体ノイズ比を3.0dB改善できた。

【0031】〔実施例6〕振幅約 $\pm 10mA$ 、パルス幅 $0.2\mu s$ の正負の矩形パルスを交互に繰り返し、両者の間に電流値2mA以下の中立レベル時間 $T=0.05\mu s$ をおいた記録電流を、8ミリVTR用リングヘッドに供給し、図19に示すマグネトロンスパッタ装置140を用いて作製した垂直磁気記録媒体に記録した。前記リングヘッドのギャップ長 $g1$ は、 $0.2\mu m$ である。前記垂直磁気記録媒体は、Co-Cr合金を主成分とした磁気記録媒体である。前記リングヘッドとテープの相対速度 v は、 $2.5m/s$ である。従って、ギャップ通過時間 $\tau=g1/v=0.08\mu s$ であり、中立レベル時間 $T=0.625\tau$ である。また、比較のため、中立

レベル時間 $T=0\mu s$ とする以外は上記条件と同じ条件で記録した。

【0032】中立レベル時間 $T=0.05\mu s$ で記録した垂直磁気記録媒体と、中立レベル時間 $T=0\mu s$ で記録した垂直磁気記録媒体とについて、それぞれ再生出力が最大となる記録電流値での再生出力、媒体ノイズおよび再生出力／媒体ノイズ比を測定した結果を、図20に示す。結果は、中立レベル時間 $T=0\mu s$ で記録した場合を基準とした数値で表した。なお、媒体ノイズは、0.3MHzから10MHzの帯域で測定した積算ノイズである。図20の結果より、再生出力が2.3dB増加し、媒体ノイズが0.2dB減少し、再生出力／媒体ノイズ比を2.5dB改善できた。

【0033】〔比較例1〕振幅約 $\pm 10mA$ 、パルス幅 $0.2\mu s$ の正負の矩形パルスを交互に繰り返し、両者の間に電流値2mA以下の中立レベル時間 $T=0.05\mu s$ をおいた記録電流を、8ミリVTR用リングヘッドに供給し、塗布型の磁気テープに記録した。前記リングヘッドのギャップ長 $g1$ は、 $0.2\mu m$ である。前記塗布型の磁気テープは、鉄の針状磁性粉を塗布して、磁化容易軸を長手方向に配向させた磁気テープである。前記リングヘッドとテープの相対速度 v は、 $2.5m/s$ である。従って、ギャップ通過時間 $\tau=g1/v=0.08\mu s$ であり、中立レベル時間 $T=0.625\tau$ である。また、比較のため、中立レベル時間 $T=0\mu s$ とする以外は上記条件と同じ条件で記録した。

【0034】中立レベル時間 $T=0.05\mu s$ で記録した塗布型の磁気テープと、中立レベル時間 $T=0\mu s$ で記録した塗布型の磁気テープとについて、それぞれ再生出力が最大となる記録電流値での再生出力、媒体ノイズおよび再生出力／媒体ノイズ比を測定した結果を、図21に示す。結果は、中立レベル時間 $T=0\mu s$ で記録した場合を基準とした数値で表した。なお、媒体ノイズは、0.3MHzから10MHzの帯域で測定した積算ノイズである。図21の結果より、再生出力が0.2dB減少し、媒体ノイズが0.3dB増加し、再生出力／媒体ノイズ比は0.5dB悪化した。すなわち、磁化容易軸を長手方向に配向させた磁気テープに対しては、中立レベル時間を設けても、再生出力／媒体ノイズ比を改善できないことが判った。

【0035】

【発明の効果】本発明の磁気記録方法および磁気記録装置によれば、従来のままの磁気記録媒体および磁気ヘッドでも、再生出力／媒体ノイズ比を向上できる。また、垂直記録および斜め記録において、再生出力／媒体ノイズ比を向上できるから、特に高密度記録に有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】リングヘッドから発生している磁界分布の模式図である。

【図2】図1のリングヘッドから発生する磁界の長手成

分、垂直成分、斜め成分の極性と強さの分布図である。

【図 3】NRZI 方式の公知の記録電流の波形図である。

【図 4】NRZI 方式に本発明を適用した場合の記録電流の波形図である。

【図 5】2 値データの“1”が発生する直前の磁気記録媒体の磁化状態を示す説明図である。

【図 6】中立レベル時間の開始時の磁気記録媒体の磁化状態を示す説明図である。

【図 7】中立レベル時間の終了直後の磁気記録媒体の磁化状態を示す説明図である。

【図 8】図 7 の状態から少し後の磁気記録媒体の磁化状態を示す説明図である。

【図 9】2 値データの“1”が発生した直後に記録電流の極性を反転した場合の磁気記録媒体の磁化状態を示す説明図である。

【図 10】図 9 の状態から少し後の磁気記録媒体の磁化状態を示す説明図である。

【図 11】本発明の一実施例の磁気記録装置を示す要部構成図である。

【図 12】蒸着テープの作製に用いる蒸着装置の概略図である。

【図 13】中立レベル時間 T と再生出力 / 媒体ノイズ比

の改善度を示す特性図である。

【図 14】記録電流の波形図である。

【図 15】中立レベル時間中の電流実効値と再生出力 / 媒体ノイズ比の改善度を示す特性図である。

【図 16】実施例 3 にかかる測定結果を示す比較図表である。

【図 17】実施例 4 にかかる測定結果を示す比較図表である。

【図 18】実施例 5 にかかる測定結果を示す比較図表である。

【図 19】垂直磁気記録媒体の作製に用いるマグネトロンスパッタ装置の一例の概略図である。

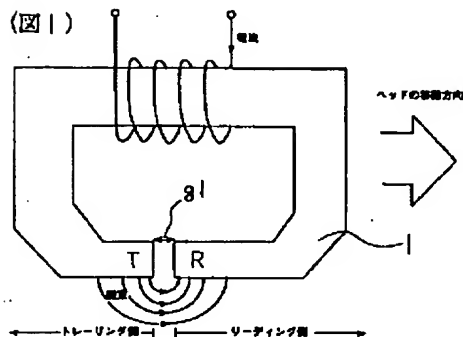
【図 20】実施例 6 にかかる測定結果を示す比較図表である。

【図 21】比較例 1 にかかる測定結果を示す比較図表である。

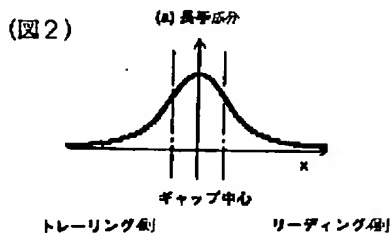
【符号の説明】

1	リングヘッド
100	磁気テープ
101	回転シリンダ
102	信号処理回路
103	中立レベル時間制御部
1000	磁気記録装置

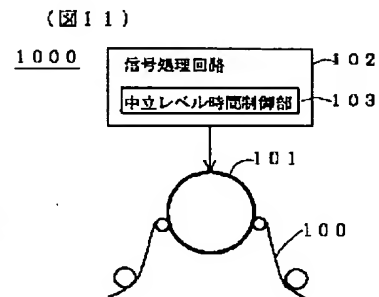
【図 1】



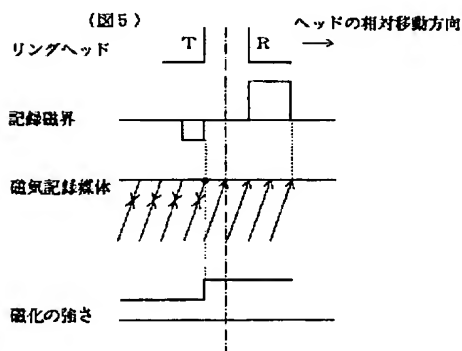
【図 2】



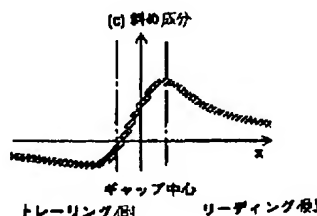
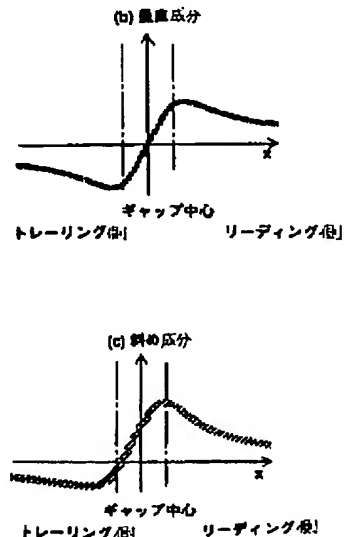
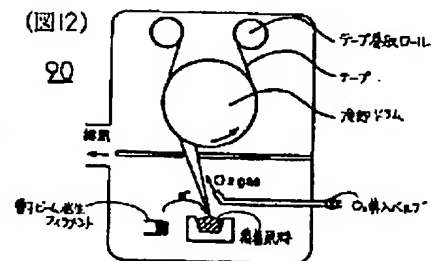
【図 11】



【図 5】

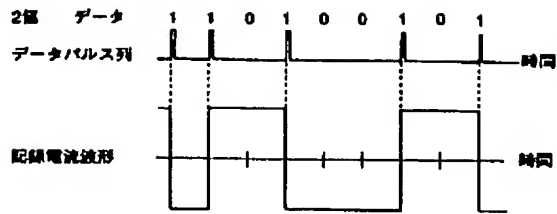


【図 12】

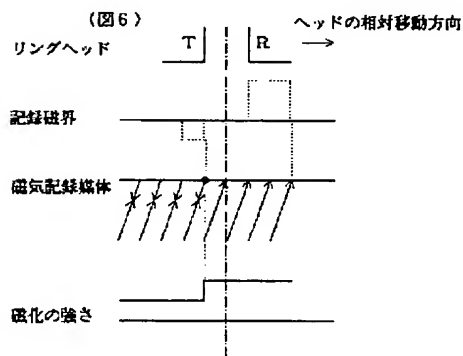


【図3】

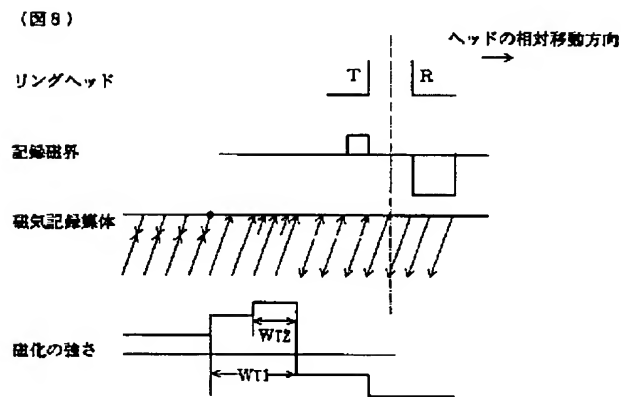
(図3)



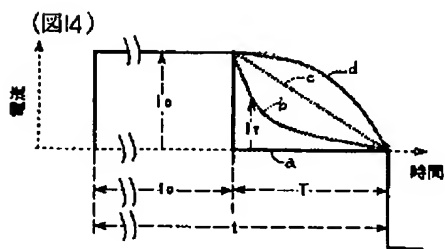
【図6】



【図8】

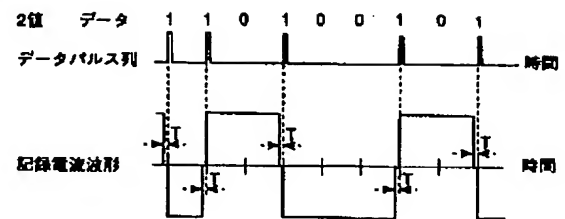


【図14】

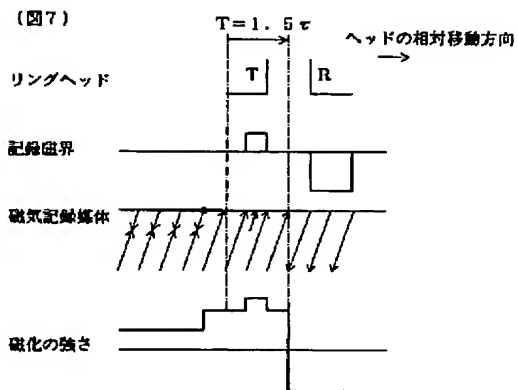


【図4】

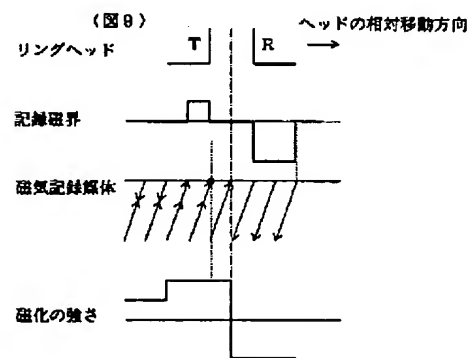
(図4)



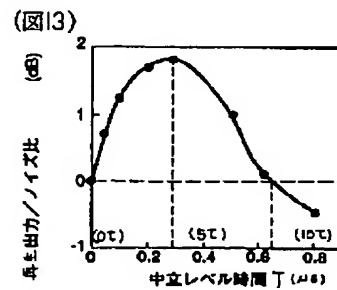
【図7】



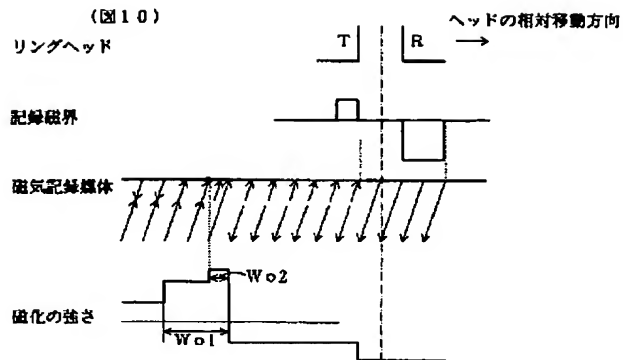
【図9】



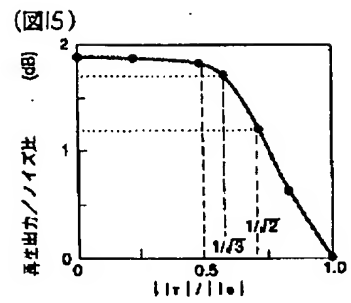
【図13】



【図 10】



【図 15】



【図 16】

(図 16)

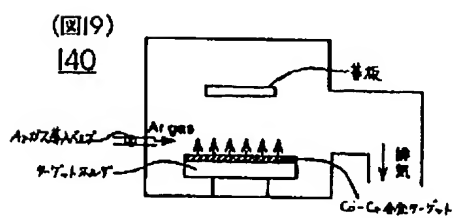
磁化容易軸の角度 60°~70°		
	T=0.625τ	T=0
再生出力 (dB)	+0.6	0 (基準)
媒体ノイズ (dB)	-0.6	0 (基準)
再生出力/媒体ノイズ比 (dB)	+1.1	0 (基準)

【図 17】

(図 17)

磁化容易軸の角度 45°		
	T=0.625τ	T=0
再生出力 (dB)	+1.4	0 (基準)
媒体ノイズ (dB)	-0.7	0 (基準)
再生出力/媒体ノイズ比 (dB)	+1.9	0 (基準)

【図 19】



【図 18】

(図 18)

磁化容易軸の角度 30°		
	T=0.625τ	T=0
再生出力 (dB)	+1.7	0 (基準)
媒体ノイズ (dB)	-1.2	0 (基準)
再生出力/媒体ノイズ比 (dB)	+3.0	0 (基準)

【図 20】

(図 20)

垂直磁化		
	T=0.625τ	T=0
再生出力 (dB)	+2.3	0 (基準)
媒体ノイズ (dB)	-0.2	0 (基準)
再生出力/媒体ノイズ比 (dB)	+2.5	0 (基準)

【図 21】

(図 21)

長手方向磁化		
	T=0.625τ	T=0
再生出力 (dB)	-0.2	0 (基準)
媒体ノイズ (dB)	+0.3	0 (基準)
再生出力/媒体ノイズ比 (dB)	-0.5	0 (基準)

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 幹夫
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 加藤 泰裕
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 北垣 直樹
大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 88 号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 矢野 亮
大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 88 号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 小川 容一
大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 北上 修
大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番88号 日立マ
クセル株式会社内